

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-081604

(43)Date of publication of application : 28.03.1995

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
 G05D 1/02
 G06T 1/00
 G08G 1/00
 G08G 1/16
 // G05B 13/02
 B62D101:00
 B62D113:00
 B62D137:00

(21)Application number : 05-254896

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 17.09.1993

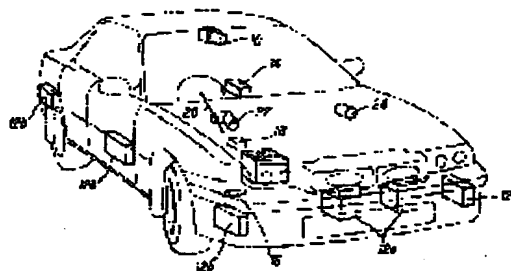
(72)Inventor : ISHIDA SHINNOSUKE

(54) AUTOMATIC TRAVEL VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To judge travel possibility degree by conducting fuzzy theory based on respective detection values of obstacle conditions and own vehicle conditions, recognize travel environment including other vehicles by selecting one of the plural travel possible regions based on the results, and enable automatic travel while changing a traffic lane arbitrarily.

CONSTITUTION: An automatic travel vehicle is provided with a CCD camera 10, a radar unit 12 consisting of a millimeter wave radar, a yaw rate sensor 14, a speed sensor 16, a steering angle sensor 18, etc., a plurality of travel possible regions are recognized in the vehicle approach direction by a controller based on these detection signals, and the conditions of an obstacle including at least location of the obstacle existing around the vehicle is detected. Fuzzy theory is conducted based on detection value of the own vehicle so as to judge travel possibility degree, either of a plurality of travel possible region is selected based on the judgement result, and control quantity of vehicle travel is calculated based on own vehicle conditions and calculated travel locus so as to make it travel in the selected travel possible region.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2853077

[Date of registration] 20.11.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

[0007]

[Means for solving problems] In order to solve the above described purpose, the present invention comprises recognition means for recognizing a plurality of drivable ranges vis-à-vis a driving direction of a vehicle, obstacle condition detection means for detecting a state of an obstacle existing in the surround of the vehicle including at least a position of the obstacle, vehicle-itself state detection means for detecting a state of the vehicle itself at least including a vehicle speed, and a position and a bearing, thereof vis-à-vis the plurality of drivable ranges, drivable degree judgment means for judging a degree of drivability relating to the plurality of drivable ranges by conducting a fuzzy theory based on a detected value, selection means for selecting either one of the plurality of drivable ranges based on the judged degree of drivability, track calculation means for acquiring a driving track of the vehicle itself based on at least the detected state of the vehicle itself, and control quantity calculation means for calculating a control quantity of driving vehicle based on at least the detected state of the vehicle itself and acquired driving track so as to drive in the selected drivable range for a vehicle which automatically drives while recognizing the outside world as put forth in claim 1 for instance.

[0008]

[Operation] This enables a stable automatic drive while selecting the most optimum drivable range in a road environment having a plurality of drivable ranges in which obstacles including other vehicles exist. Note that the drivable range means a lane herein.

[0009]

[Embodiments] The following describes the preferred embodiment of the present invention by referring to the accompanying drawings.

[0010] Fig. 1 is a perspective diagram showing the entirety of an automatic drive vehicle according to the present invention. Referring to the drawing, the automatic drive vehicle comprises one CCD camera 10. The CCD camera 10 is fixed onto a rearview mirror mounting position

above the driver seat and views a driving direction of the vehicle with a single eye. A component sign 12 shows a radar unit comprising a millimeter wave radar, which is constituted by a group of ten radars, i.e., two front radars 12a mounted on the vehicle front, three side radars 12b mounted on the vehicle sides and two rear radars (not shown herein) mounted on the vehicle rear, detect the existence of three-dimensional obstacles such as other vehicles by means of reflectance waves. A yaw rate sensor 14 is installed in the approximate center of the vehicle cabin for detecting an angular acceleration of the vehicle around the vertical axis (i.e., z axis) thereof. In addition, a vehicle speed sensor 16 comprising a reed switch is installed in the neighborhood of a vehicle drive shaft (not shown herein) for detecting a drive speed of the vehicle and also a steering angle sensor 18 is installed in the neighborhood of a steering shaft 20 of the vehicle for detecting a steering angle.

[0011] A steering angle control motor 22 is also mounted onto the steering shaft 20, a throttle actuator 24 comprising a pulse motor is mounted onto a throttle valve (not shown herein), and brake pressure actuators 26 (not shown in Fig. 1) are mounted onto brakes (not shown herein). In this configuration, the vehicle is controlled for a steering angle according to a calculated steering angle quantity, is also adjusted for a vehicle speed as a result of the throttle valve being opened or closed and is enabled to automatically drive by the brakes being operated as appropriate.

[0012] Fig. 2 is a block diagram showing the above described configuration in greater details. An output of the CCD camera 10 is sent to image processing hardware 30 for being subjected to necessary processing therein and the processing result is stored by shared memory 34 by way of a bus 32. An image processing CPU 36 and an image evaluation CPU 38 detect a condition of a drive road by reading out a stored value at every predetermined clock time. An output of the radar unit 12 is stored by the shared memory 34 by way of a radar processing circuit 40 and the bus 32. A radar evaluation CPU 42 detects a position of an obstacle on a coordinates by reading out a stored value at every predetermined clock time.

[0013] Meanwhile, outputs of the vehicle sensor 16, et cetera, are sent to a track estimation CPU 44 for estimating a movement track of the vehicle itself. An action plan mind decision CPU 50 generates a target path from the aforementioned stored value. The target path and the estimated movement track of the vehicle itself are sent to a track follow CPU 46 for determining a track (target path) follow control quantity therein. The track follow CPU 46 further calculates a steering angle control quantity and outputs it to a steering angle control CPU 52. The steering angle control CPU 52 drives the steering angle control motor 22 by way of a PWM controller 54 and a driver 56. Note that a motor drive quantity is detected through an encoder 58 for carrying out a feedback control.

[0014] The action plan mind decision CPU 50 also has its speed/follow control unit acquire a target acceleration of the vehicle as described later and send it to a vehicle speed control CPU 60. The vehicle speed control CPU 60 drives the throttle actuator 24 by way of an acceleration pulse motor controller 62 and a driver 64, and also drives the brake pressure actuators 26 by way of a brake solenoid controller 66 and a driver 68. The drive quantity is detected by way of a pressure sensor 70 for carrying out a second feedback control. Note here that sensor processing circuit such as a waveform modification circuit is omitted for simplifying a drawing in the above description. Fig. 3 is a functional description of the block diagram shown by Fig. 2.

[0027] Fig. 12 shows a fuzzy expert system according to the present embodiment in which a fuzzy reasoning consists of a primary reasoning and a secondary reasoning. In the primary reasoning, a degree of drivability for each lane is estimated from a characteristic quantity of a road by using a lane drivability degree rule and also a degree of an obstacle driving possibility from a characteristic quantity of an obstacle by using two kinds of obstacle risk judgment rules.

[0028] In the secondary reasoning, a degree of drivability for each lane is integrally estimated, by using a drivability judgment rule, from the degree of drivability estimated by using the lane drivability

degree rule and from the degree of drivability acquired by using the two kinds of obstacle risk judgment rules (which are collectively called an obstacle risk degree rule).

[0029] Note that, since a characteristic quantity (i.e., a reasoning parameter) per se is not different among the lanes, each lane is estimated by using the same group of rules. Also note that thus reasoned values are apparently different among the lanes because the reasoning parameters are different among the lanes.

[0056] Figs. 30 through 33 show an actual vehicle driving test with regard to the above description. Fig. 30 shows the case of driving by following a preceding vehicle that drives at a constant speed, apparently showing a situation in which the vehicle precisely follows the preceding vehicle at a predetermined distance therefrom. Fig. 31 shows a degree of drivability in this event by using a multiple reasoning proposed by the present invention as compared to the case of reasoning by the conventional method. As shown in the drawing, there has been little difference between the two results.

[0057] Fig. 32 is the same test data chart as Fig. 30, showing the case of stopping by following the preceding vehicle. And Fig. 33 shows a degree of drivability reasoning in this event with regard to an obstacle discovery point as a comparison between the conventional method and the multiple reasoning proposed by the present invention. As in the case of Fig. 31, this test result also shows little difference between the two methods.

[0058] The present embodiment is configured to use a concept of a degree of drivability for a lane and judge it by using a fuzzy reasoning as described above, and therefore it is possible to drive stably by constantly selecting the most optimum lane even in a road environment with a plurality of parallel lanes and obstacles being interspersed therein. It is also configured to select a lane by reasoning a degree of drivability for each lane from a presence or absence of an obstacle and therefore there is no risk of contacting with an obstacle, et cetera.

[0059] It is further configured to judge a degree of drivability for each lane by using a fuzzy reasoning, thereby enabling a driving

control matching a feeling of a person skilled in the art, and also configured to use a multiple reasoning for the fuzzy reasoning, thereby enabling a reduction of a calculation amount and a memory volume, and an improvement of debug efficiency.

[0060] It is further configured to judge a degree of drivability for each lane by using a fuzzy reasoning and also determine a target lane from the reasoning by the comparison with a threshold value, thereby making it possible to adjust a frequency of lane changes by increasing or decreasing the threshold value and drive more optimally responding to a road environment.

[0061] Note that, although the above description uses a two-stage connection of the multiple reasoning for the fuzzy reasoning, a three-stage connection or more can be used as long as the reasoning parameters do not interfere with one another.

[0062] Further note that the fuzzy reasoning parameters may use various kinds such as a curvature of a lane, a speed of an obstacle, a speed of the vehicle itself, a target speed of a vehicle, in addition to the ones shown by the present embodiment. Note also that, although obstacles only existing ahead of the vehicle itself are used for the fuzzy reasoning parameters according to the present embodiment, the ones existing behind the aforementioned vehicle may be used therefor.

[0063] Yet further note that, although the visual sensor is configured for a single eye view, a both-eye view may be used for eliminating a front radar, et cetera.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-81604

(43)公開日 平成7年(1995)3月28日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 2 D 6/00		9034-3D		
G 0 5 D 1/02	K	9323-3H		
G 0 6 T 1/00				
G 0 8 G 1/00	J	7531-3H		
		9287-5L		
			G 0 6 F 15/ 62	3 8 0
			審査請求 未請求 請求項の数 5	FD (全 21 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-254896

(22)出願日 平成5年(1993)9月17日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 石田 真之助

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

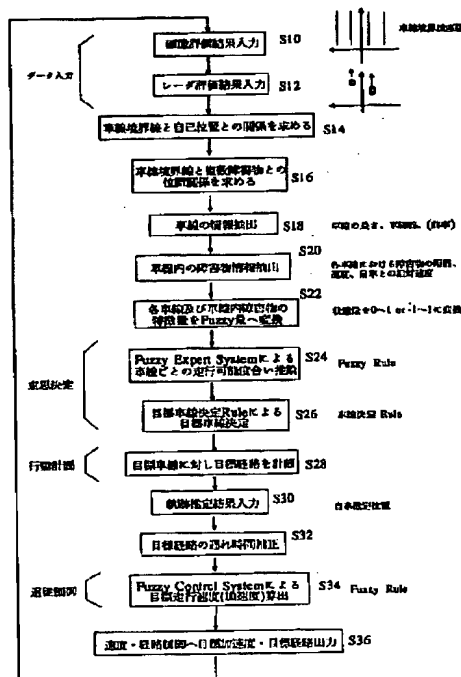
(74)代理人 弁理士 吉田 豊 (外1名)

(54)【発明の名称】 自動走行車両

(57)【要約】

【構成】 複数の車線を有する道路を自動走行するとき、道路と障害物の特徴量からファジィ推論を通じて車線ごとの走行可能度合いを求め、それから最適な車線を選択して障害物を回避しつつ自動走行する。ファジィ推論は簡易化されルール数が低減している。

【効果】 多車線道路を任意に車線変更しつつ安定に自動走行することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外界を認識しつつ自動走行する車両において、

- a. 車両進行方向に対して複数の走行可能領域を認識する認識手段、
- b. 車両周囲に存在する障害物の少なくとも位置を含む障害物の状態を検出する障害物状態検出手段、
- c. 車速および前記複数の走行可能領域に対する自車の位置と方位とを少なくとも含む自車の状態を検出する自車状態検出手段、
- d. 検出値に基づいてファジィ推論を行って前記複数の走行可能領域について走行可能度合いを判定する走行可能度合い判定手段、
- e. 判定された走行可能度合いに基づいて前記複数の走行可能領域のいずれかを選択する選択手段、
- f. 少なくとも前記検出された自車状態に基づいて自車の走行軌跡を求める軌跡算出手段、および
- g. 選択された走行可能領域を走行すべく少なくとも前記検出された自車の状態と算出された走行軌跡とに基づいて車両走行の制御量を算出する制御量算出手段、を備えたことを特徴とする自動走行車両。

【請求項 2】 h. 少なくとも前記検出された障害物の状態に基づいて障害物の移動軌跡を求める移動軌跡算出手段、を備え、前記制御量算出手段は、少なくとも前記求めた自車の軌跡と障害物の移動軌跡とに基づいて前記車両走行の制御量を算出することを特徴とする請求項 1 項記載の自動走行車両。

【請求項 3】 前記制御量算出手段は、前記選択された走行可能領域へ自車が移動を開始するまでの時間遅れを補正する手段を備えることを特徴とする請求項 1 項または 2 項記載の自動走行車両。

【請求項 4】 前記制御量算出手段は、前記選択された走行可能領域に対する自車の最適位置を求める手段を備えることを特徴とする請求項 1 項ないし 3 項のいずれかに記載の自動走行車両。

【請求項 5】 外界を認識しつつ自動走行する車両において、

- a. 少なくとも車両が走行する走行可能領域を認識して走行可能領域の状態を示すパラメータを検出する手段、
- b. 少なくとも車両の走行状態を示すパラメータを検出する手段、
- c. 前記検出されたパラメータを前件部に用いてファジィプロダクションルールを設定し、ファジィ推論を行ってその後件部の重みを求める第 1 ファジィ推論手段、
- d. 前記後件部を前件部に用いて第 n ($n \geq 2$) のファジィプロダクションルールを設定し、第 n のファジィ推論を行って第 n ルールの後件部の重みと重心位置とから後件部の出力を求める第 n ファジィ推論手段、および
- e. 求めた後件部の出力に基づいて車両走行の制御量を算出する制御量算出手段、を備えたことを特徴とする自

動走行車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は自動走行車両に関し、より具体的には高速自動車道など複数の車線が存在する道路環境において、他車を含む走行環境を認識して任意に車線変更しつつ自動走行できる様にした自動走行車両に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動走行技術に関しては従来より種々のものが提案されており、例えば特開平 2-226310 号公報においては、走行路面の映像画像から抽出された車線境界線や障害物情報などに基づいてファジィ推論を行って車両の操舵を制御する技術が提案されている。また本出願人も先に特開平 3-158976 号公報で自動走行車両において車線境界線を認識する技術を提案している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この様に自動走行技術については今まで様々な技術が提案されているが、複数の車線（レーン）を有する道路において任意に車線変更（レーンチェンジ）して自動走行できる様にしたものは提案されていなかった。この様な技術は、高速自動車道などを自動走行するときに極めて有益であるが、他車を含む障害物が存在する道路環境の中で自らの行動を決定しつつ最適な車線を選択して自動走行するには解決すべき課題が多い。

【0004】 従って、この発明の目的は上記の課題を解決し、複数の車線を有すると共に、他車を含む障害物が存在する道路環境において、最適な車線を選択して安定して自動走行する様にした自動走行車両を提供することにある。

【0005】 更には、複数の車線を有すると共に、他車を含む障害物が存在する道路環境において最適な車線を選択すると共に、障害物を回避しつつ前車への追従走行なども可能とする自動走行車両を提供することを目的とする。

【0006】 更には、ファジィ推論を用いると共に、その推論を簡略化して演算量および使用メモリの低減を図ると共に、デバッグ効率を向上させた自動走行車両を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を解決するために本発明は例えば請求項 1 項に示す如く、外界を認識しつつ自動走行する車両において、車両進行方向に対して複数の走行可能領域を認識する認識手段、車両周囲に存在する障害物の少なくとも位置を含む障害物の状態を検出する障害物状態検出手段、車速および前記複数の走行可能領域に対する自車の位置と方位とを少なくとも含む自車の状態を検出する自車状態検出手段、検出値に基

づいてファジィ推論を行って前記複数の走行可能領域について走行可能度合いを判定する走行可能度合い判定手段、判定された走行可能度合いに基づいて前記複数の走行可能領域のいずれかを選択する選択手段、少なくとも前記検出された自車状態に基づいて自車の走行軌跡を求める軌跡算出手段、および選択された走行可能領域を走行すべく少なくとも前記検出された自車の状態と算出された走行軌跡とに基づいて車両走行の制御量を算出する制御量算出手段、を備える如く構成した。

【0008】

【作用】他車を含む障害物の存在する複数の走行可能領域を有する道路環境において最適な走行可能領域を選択しつつ安定に自動走行することができる。尚、ここで走行可能領域は車線を意味する。

【0009】

【実施例】以下、添付図面に即してこの発明の実施例を説明する。

【0010】図1はこの発明に係る自動走行車両を全体的に示す透視図である。図において、自動走行車両はCCDカメラ10を1基備える。CCDカメラ10は運転席上方のルームミラー取り付け位置に固定され、車両進行方向を単眼視する。符号12はミリ波レーダからなるレーダユニットを示し、車両前方に取り付けられた2基の前方レーダ12a、車両側方に取り付けられた3基の側方レーダ12bおよび車両後方に取り付けられた2基の後方レーダ（図示せず）の計10基のレーダ群からなり、反射波を通じて他車などの立体障害物の存在を検出する。車両室内の中央部付近にはヨーレートセンサ14が設けられ、車両の鉛直軸（z軸）回りの角加速度を検出する。更に、車両のドライブシャフト（図示せず）の付近にはリードスイッチからなる車速センサ16が設けられ、車両の進行速度を検出すると共に、舵角センサ18が車両のステアリングシャフト20の付近に設けられてステアリング舵角を検出する。

【0011】また、該ステアリングシャフト20には舵角制御モータ22が取り付けられると共に、スロットル弁（図示せず）にはパルスモータからなるスロットルアクチュエータ24が取り付けられ、更にブレーキ（図示せず）にはブレーキ圧力アクチュエータ26（図1で図示省略）が取り付けられる。この構成において、車両は算出された舵角制御量に応じて舵角制御されると共に、スロットル弁が開閉されて車速が調節され、また必要に応じてブレーキが作動させられて自動走行する。

【0012】図2は上記の構成をより詳細に示すブロック図である。CCDカメラ10の出力は画像処理ハードウェア30に送られて必要な処理が行われ、その結果はバス32を介して共有メモリ34にストアされる。画像処理CPU36および画像評価CPU38は所定時刻ごとにストア値を読み出して走行路面の状態を検出する。レーダユニット12の出力はレーダ処理回路40および

バス32を介して共有メモリ34にストアされる。レーダ評価CPU42は所定時刻毎にストア値を読み出して障害物の位置を座標上で検出する。

【0013】また車速センサ16などの出力は軌跡推定CPU44に送られて自車両の移動軌跡が推定される。行動計画意思決定CPU50は前記ストア値から目標経路を作成する。その目標経路と推定された自車の移動軌跡は軌跡追従CPU46に送られ、そこで軌跡（目標経路）追従制御量が決定される。更に、軌跡追従制御CPU46は、舵角制御量を算出して舵角制御CPU52に出力する。舵角制御CPU52はPWMコントローラ54およびドライバ56を介して前記舵角制御モータ22を駆動する。尚、モータ駆動量はエンコーダ58を通じて検出され、フィードバック制御が行われる。

【0014】また行動計画意思決定CPU50はその速度・追従制御部で後述の様に車体の目標加速度を求め、車速制御CPU60に送出する。車速制御CPU60はアクセルパルスモータコントローラ62、ドライバ64を介してスロットルアクチュエータ24を駆動すると共に、ブレーキソレノイドコントローラ66およびドライバ68を介してブレーキ圧力アクチュエータ26を駆動する。その駆動量は圧力センサ70を介して検出され、第2のフィードバック制御が行われる。尚、上記において、図示の簡略化のため、波形整形回路などセンサの処理回路は省いた。図3は図2ブロック図を機能的に示すものである。

【0015】続いて、図4フロー・チャートを参照してこの自動走行車両の動作を説明する。図4フロー・チャートは、前記した行動計画意思決定CPU50が行う動作を示す。

【0016】先ず、S10において画像評価結果を入力する。これは前記した画像処理CPU36および画像評価CPU38の出力を入力して行う。即ち、画像処理CPU36は図5に示す様な入力画像から道路区分線（車線境界線。白色または黄色の実線ないし破線で示される）を抽出して画像平面座標を求め、それを射影変換して実平面座標を求め、各線成分を実平面上の点列データとして幾何学的関係を付加して出力する。画像評価CPU38は、それに基づいて後で述べる様に車線幅などの詳細なデータを出力する。S10においてはこれらを入力する。

【0017】続いてS12に進んでレーダ評価結果を入力する。これは前記したレーダ評価CPU42の出力を入力して行う。S10およびS12を経ることにより行動計画意思決定CPU50は図6に示す様な外部環境情報を得る。

【0018】続いてS14に進んで車線境界線（ないし車線）と自車との位置関係を求める。画像評価CPU38からの車線データは毎時刻同じものが出力されるのではなく、認識された車線境界線がリアルタイムに出力さ

れる。そこで同一車線境界線および車線には同一の番号を付して特定し、車線境界線（ないし車線）と自車との位置関係に対応づける。上記を図 7 に示す。尚、車線境界線（ないし車線）の特定については同日付けで提出した別出願（整理番号 A 93-1025）に述べてあるので、この程度の説明に止める。

【0019】続いて S 16 に進んで車線と障害物との位置関係を求める。図示は省略するが、これも S 14 の作業と同様であり、障害物と車線境界線（ないし車線）との位置関係に対応づける作業である。尚、障害物が複数個存在するときは、番号を付して特定する。

【0020】続いて S 18 に進んで車線の情報を抽出し、S 20 に進んで車線内の障害物情報を抽出する。これは続いて行うファジィ推論のために、適宜な処理を行って特徴および特徴量を求める作業である。

【0021】より具体的には、車線の情報は入力値の状

特徴量		ファジィ量
車線長さ	0 ~ 100 m	0 ~ 1
車線幅	0 ~ 5 m	0 ~ 1
各障害物までの距離	0 ~ 100 m	0 ~ 1
自車速度と障害物速度の 相対速度	-100 ~ 100 km/h	-1 ~ 1
目標車速と障害物速度の 偏差	-100 ~ 100 km/h	-1 ~ 1

【0023】また、併せて、ファジィ集合のメンバーシップ関数（以下「ファジィラベル」と言う）を設定する。図 10 ないし図 11 に設定したファジィラベルを示す。実施例においてファジィラベルとして、Z0（零）、PS（少し大きい）、PM（大きさが中位）、PB（非常に大きい）、NB（非常に小さい）、NM（小ささが中位）、N（小さい）、Z（零付近）、P（大きい）の 9 種を用い、特徴量（推論パラメータ）により使い分けた。

【0024】続いて S 24 に進んでファジィエキスパートシステムにより車線ごとに走行可能度合いを推論する。

【0025】それについて説明すると、道路、障害物などが複雑に絡み合う環境において車線毎に前方、側方、後方の様々な状況に応じて最適に判断して行動させるには、単なるルールの記述手法では組み合わせが一意に定まらず、ルールの増大、抜け、矛盾が発生し易い。また自動運転の感覚と同乗者のドライブ感覚とを違和感なく調整するのも極めて困難である。この様な状況で最適かつ同乗者に与える違和感の少ない制御手法には、ファジィ推論を用いるファジィエキスパートシステムが最適と考えられる。ファジィエキスパートシステムであれば、多入力、平行同時推論が可能であり、判断パターンも漏れなく組み合わせることができる上、メンバーシップ関数を変更するだけで人間のフィーリングにマッチする様に調整することができるからである。そこで、実施例で

態では単なる線分の座標に過ぎないため、図 8 に示す如く線形化して車線幅および車線長さをその特徴ないし特徴量として求める。また障害物情報も入力値の状態では単なる座標に存在する障害物に過ぎないため、図 9 に示す様に各障害物までの距離などの特徴ないし特徴量を抽出して自車両との関係を求め、最終的に図示の如く、各障害物までの距離、自車速度と障害物速度の相対速度および目標車速と障害物速度との偏差を求めて特徴量とする。

【0022】続いて S 22 に進んで上記特徴量（推論パラメータ）をファジィ量へ変換する。ファジィ推論での入力値は基本的に -1 から 1 の値をとるため、入力値を正規化すると共に、不要な大きな値のために正規化した情報量のダイナミックレンジが失われない様、その範囲に止める。実施例の場合には具体的には以下の如く決定した。

はファジィエキスパートシステムを用いることにした。

【0026】ところで、ファジィエキスパートシステムを用いるとしても、入力条件が多いため、ルール数が膨大になってしまう。そこで、以下に述べる様な手法を採用してルール数を削減した。

【0027】図 12 に実施例でのファジィエキスパートシステムを示す。実施例では、ファジィ推論を一次推論と二次推論とから構成した。一次推論では、道路の特徴量から車線走行可能度合いルールを用いて各車線の走行可能度合いが推論されると共に、障害物の特徴量から 2 種の障害物危険判定ルールを用いて障害物走行可能度合いが推論される。

【0028】二次推論では、車線走行可能度合いルールを通じて推論された走行可能度合いと、2 種の障害物危険判定ルール（障害物危険度合いルールと総称する）を通じて得られた走行可能度合いから、走行可能判定ルールを用いて各車線の走行可能度合いがトータルに推論される。

【0029】尚、特徴量（推論パラメータ）自体は車線によって相違しないので、同一のルール群を用いて各車線ごとに推論する。但し、検出する推論パラメータが車線により相違するので、推論値が車線によって相違するのは言うまでもない。

【0030】図 13 ないし図 16 に、これらの 3 種の一次推論用ルールおよび二次推論用の 1 種のルール群を示す。図示の如く、それらは全て、前件部が 2 個のファジィ

ィラベルからなる 16 個のルールより構成される。

【0031】ここで本発明の推論手法（以下「多重推論」と言う）を説明すると、この多重推論においては図 17 に示す如く、一次推論ルールの後件部を二次推論の前件部として使用する様にした。より具体的には図 13 ないし図 16 および図 18 に示す如く、一次推論ルールの後件部について各ファジィラベルのグレード値が最大となるルールをそれぞれ選択し、そのグレード値（重みを示す）をそのファジィラベルの代表値として二次推論ルールの前件部のファジィラベルに当てはめ、二次推論ルールの最終出力を求めてファジィエキスパートシステムの出力とする様にした。

【0032】即ち、通常のファジィ推論は図 19 に示す様に、ルール R1（説明の便宜のため使用ルールが R1、R2 の 2 個とする）について前件部ファジィラベル A11、12 のメンバーシップ値のうち最小値を選択して後件部ファジィラベル B1 のグレード値 ω_1 を求め、ルール R2 についても同様の作業を行って後件部ファジィラベル B2 のグレード値 ω_2 を求め、定義域上で両者の和集合 B0 を求め、その重心 y_0 を求めてルール群 R1、R2 の最終出力とする。その結果、図 12 に示す様にファジィ推論を連続的に行うとき、通常の手法に従うと、図 20 に記載する様にルール数が膨大となる。

【0033】そこで、実施例においては図 13 などに示す様に、各ファジィラベルについてグレード値が最大となるものを選択し、そのファジィラベルを代表させる様にした。即ち、図 13 の場合、ファジィラベルとして Z0、PS、PM、PB の 4 種を使用しているが、後件部は同一ファジィラベルについて複数個の値を持つ。例えば、PM で言えば 3 個の値を持つ。そして PM の 3 個の値は、同図下部に示す様に大小関係にある。

【0034】ここで、PM の 3 個の値の大小関係を見ると、その中で最大のものは、そのファジィラベル（即ち、PM）で最もルールの満足度が高いのであるから、グレード値が最大となったものでそのファジィラベルを代表させることができるとみなすこともできる。そこで、この発明においては各ファジィラベルについてグレード値が最大となる値をそれぞれ求め、そのグレード値を二次推論ルールの前件部の当該ファジィラベルに代入することとした。

【0035】グレード値はファジィ推論において重みを意味するが、換言すれば、一次推論では各ファジィラベルの重みのみ求めて定義域上の最終出力を求めず、二次推論でその重みを用いて初めて定義域上の最終出力を求める様にした。図 16 の末尾に、この様にして求める二次推論ルールの最終出力の算出を示す。尚、一般に最終出力は前記の如く後件部メンバーシップ値の和集合の重心を求めることで行われるが、処理時間がかかるため、ここではいわゆるシングルトン方式と呼ばれる簡易重心計算を用いた。

【0036】この結果、図 20 に示す様に、ルール数を大幅に低減することができ、その結果、演算量ないし使用メモリ容量を低減することができ、またデバッグ効率を向上することができた。

【0037】図 21 は上記したファジィエキスパートシステムの推論で得られる走行可能度合いの出力例を示す。走行可能度合いは各車線ごとに 0～1 までの実数値で図示の如く決定される。図示例は、自車線を中心に左右に計 3 個の車線が存在する道路環境の場合である。出力は認識される全ての車線に対して行われ、以前の推論時刻で認識され、当該推論時刻で認識されない車線の出力値は 0 となる。

【0038】実施例においては、各車線をこの様に評価したことから、障害物が各車線の種々の位置に存在し、しかも時々刻々変動する様な複雑な道路状況を的確に評価することができた。図 12 に示す様に、次いでこれに基づいて車線のいずれかを選択することになるが、その選択作業も簡易となって円滑に行うことができる。

【0039】図 4 フロー・チャートに戻ると、続いて S26 に進んでその目標車線の決定を行う。尚、これにはファジィ推論を用いない。

【0040】図 22 はその選択作業を示すフロー・チャートである。同図の説明に入る前に図 23 を参照してこの選択作業を簡単に説明すると、自車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以下になるまで、他の車線の走行可能度合いがそれより大きくても車線変更しない様にした。またスレッシュホールド値以下となったときは、走行可能度合いがスレッシュホールド値より大きい車線を選択すると共に、一旦選択した後は、選択車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以下となっても、選択車線と他の車線の走行可能度合いの差が設定値（適宜設定）を超えない限り、車線変更を行わない様にした。即ち、ヒステリシスを設けて制御ハンチングが生じない様にした。

【0041】図 22 を参照して上記を説明すると、先ず S100 で自車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以下か否か判断し、否定されるときは S102 に進んで自車線を維持し、S104 に進んで目標車線を自車線と置き換える（但し、この場合には自車線がそのまま自車線に置き換えられる）。S100 で肯定されるときは S106 に進み、右車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以上か否か判断する。

【0042】S106 で肯定されるときは S108 に進み、そこで自車線の走行可能度合いと右車線の走行可能度合いの差が、前記した設定値より小さいか否か判断する。これは右車線に変更しても走行可能度合いに大差ない場合には車線を変更する意義が少ないことから、それを判定するためである。従って、否定されるときは走行可能度合いの差が小さくないので、S110 に進んで目標車線を右車線とし、S104 に進んで目標車線を自車

線と置き換える。

【0043】他方、S108で右車線との走行可能度合いの差が設定値より小さいと判断されるときはS112に進んで左車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以上か否か判断する。尚、S106で否定されるときは右車線についてそれ以上検討する益がないので、直ちにS112にジャンプする。

【0044】S112で左車線の走行可能度合いがスレッシュホールド値以上ではないと判断されるときは左車線に変更する意味がないので、S102に進んで自車線を維持すると共に、S112で肯定されるときはS114に進み、そこで自車線と左車線の走行可能度合いの差が設定値より小さいか否か判断し、肯定されるときはS102に進んで自車線を維持すると共に、否定されるときはS116に進んで左車線を目標車線とする。尚、右車線から判断する様にしたのは、法令上追越しは右側から行うことが原則となっているからである。

【0045】図4フロー・チャートに戻ると、続いてS28に進んで決定された目標車線に対して目標経路を計画する。

【0046】図24を参照して説明すると、目標車線が自車線の場合には車線の中央に2.5mおきにx、yの点を車線上に設定する。ここで、x、yは図25に示す様な座標上の位置を示す。車線の中央に目標経路を計画することにより、安全に自動走行することができる。尚、この実施例において座標のX軸は車両進行方向にとる。

【0047】また、目標車線が他車線の場合、その車線の中央に基準線を求め、基準線上に適宜な位置（目標レーンチェンジ、ポイント）（a）を選択し、その位置（a）から自車位置までの線分（b）を求め、その線分に対し、2.5mおきにx、yの点を設定する。尚、ここで位置（a）は、自車速Vに車線変更（レーンチェンジ）予定時間Tを乗じた距離Lで求める。尚、レーンチェンジした後は目標経路が中央基準線に沿って計画されるのは自車線を走行する場合と同様である。

【0048】更に、位置（a）の付近に障害物が存在する場合、接触する可能性があるので、その障害物の位置から5m減算した位置を目標とし、自車位置までの線分（b）を求めて同様に処理する。

【0049】次いでS30に進んで軌跡推定結果を入力する。先に図2に関して述べた様に、ヨーレートセンサ14などの出力から軌跡推定CPU44において自車の走行軌跡が図25に示す様に推定されて共有メモリ34にストアされており、このステップではそのストア値を読み出して自車の現在位置を推定する。

【0050】続いてS32に進んで目標経路の遅れ時間補正を行う。

【0051】即ち、S28で目標経路が計画され、それに沿って進行すべくS30で自車の走行軌跡を入力した

が、目標車線の決定までにある程度の処理時間を要し、自車は明らかにその間に移動している。従って、図26に示す様に、画像入力時と処理時間経過後とでは自車の位置は相違している筈であり、その移動した位置を考慮して目標経路を定めないと、目標経路追従制御に誤差が生じる。従って、このステップで図26に示す様に、自車の位置を前記座標の原点位置に置く様に座標変更し、目標経路（点列で示される）を遅れ補正する。

【0052】続いてS34に進んでファジィコントロールシステムによる目標走行速度（加速度）を算出する。

【0053】図27はそれを示すブロック図であり、図28はその中の加速度制御器の詳細を示すブロック図である。また、図29は目標加速度の推論に使用されるファジィ・メンバーシップ関数を示す。図27においてファジィ推論器は障害物までの距離、自車速度と障害物速度の相対速度および自車速度を入力パラメータとしてファジィ推論を行い、目標加速度を算出する。尚、加速度は車速の1階差分値で表す。また、ファジィ推論は前述した多重推論ではなく、従来手法を用いる。

【0054】図28に詳細を示す加速度制御器においては目標加速度と実加速度との偏差を求め、偏差に応じてスロットル開度ないしブレーキ圧力を目標値にPID制御する。かかる構成により、前車との距離を所定の値に保ちつつ目標加速度で自動走行することができ、前車の動きに応じて加減速ないし停止することができる。

【0055】最後にS36で図2の軌跡追従制御CPU46、舵角制御CPU52、車速制御（加速度制御）CPU60に目標経路、目標速度（加速度）を出力して終わる。

【0056】図30ないし図33に上記についての実車走行テスト結果を示す。図30は定速走行する前走車に追従走行した場合を示し、所定の離間距離を保ちつつ前走車に正確に追従している様子が見てとれよう。図31に、そのときの走行可能度合いを従来手法により推論した場合とこの発明で提案する多重推論を用いて推論した場合を対比して示す。図示の如く、両者の結果にほとんど差異がなかった。

【0057】図32も図30と同様のテストデータ図で前走車に応じて停止した場合を示す。また、図33に、そのときの走行可能度合い推論を障害物発見ポイントについて従来手法とこの発明で提案する多重推論を用いて推論した場合を対比して示す。図31と同様に、このテスト結果でも両者にほとんど差異がなかった。

【0058】この実施例は上記の如く車線の走行可能度合いなる概念を用い、それをファジィ推論を通じて判定する様にしたので、複数の車線が平行し障害物が点在する道路環境においても常に最適な車線を選択して安定に走行することができる。また、障害物の有無などから車線ごとの走行可能度合いを推論して車線を選択するので、障害物と接触するなどの危険がない。

【0059】更に、ファジィ推論を通じて車線ごとの走行可能度合いを判断する様にしたので、同乗者のフィーリングに合った運転制御が可能となると共に、そのファジィ推論においては多重推論を用いたので、演算量およびメモリ量を低減でき、デバッグ効率も向上する。

【0060】更に、ファジィ推論を通じて車線ごとの走行可能度合いを判断すると共に、それから目標車線を決定するに際してスレッシュホールド値との比較から行う様にしたので、スレッシュホールド値を上下させることによって車線変更の頻度などを調節することができ、道路環境に応じて一層最適に走行することができる。

【0061】尚、上記において、ファジィ推論の多重推論を2段接続としたが、推論パラメータが干渉し合わない限り、3段ないしはそれ以上を接続しても良い。

【0062】更に、ファジィ推論パラメータとして実施例で示した他に、車線の曲率、障害物の速度、自車速度、目標車速など種々のものを用いても良い。また、実施例では障害物に関して前方に存在するものだけをファジィ推論パラメータとしたが、後方に存在するものについてもファジィ推論パラメータに使用しても良い。

【0063】更に、視覚センサを単眼視としたが、両眼視を用いて前方レーダなどを省略しても良い。

【0064】

【発明の効果】請求項1項にあっては、複数の車線が平行し、障害物が存在する道路環境においても常に最適な車線を選択して安定に走行することができる。

【0065】請求項2項にあっては、前記した効果に加えて、障害物を確実に回避しつつ最適な車速を選択して走行することができる。

【0066】請求項3項にあっては、複数の車線が平行し、障害物が存在する道路環境においても常に最適な車線を選択することができると共に、選択された車線に向かう目標軌跡に沿って正確に走行することができる。

【0067】請求項4項にあっては、複数の車線が平行し、障害物が存在する道路環境においても常に最適な車線を選択することができると共に、車線の中央を走行することから、安全に走行することができる。

【0068】請求項5項にあっては、ファジィ推論を用いて自動走行に必要な制御値を求めることで人間のフィーリングにマッチした制御が容易に可能になると共に、推論の演算量および使用メモリ容量の低減を図ることができ、デバッグ効率の向上も図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る自動走行車両を全体的に示す説明透視図である。

【図2】図1に示すセンサおよびその処理などを詳細に示すブロック図である。

【図3】図2ブロック図の構成をより機能的に示す図2と同様の説明図である。

【図4】図2ブロック図の行動計画意思決定CPUの動

作で自動走行動作を示すフロー・チャートである。

【図5】図4フロー・チャートの画像評価結果を説明する画像処理の説明図である。

【図6】図4フロー・チャートの画像評価結果およびレーダ評価結果の入力を通じて得られる外部環境情報を示す説明図である。

【図7】図4フロー・チャートの車線境界線と自己位置（自車）の位置関係を説明する説明図である。

【図8】図4フロー・チャートの車線の特徴量を示す説明図である。

【図9】図4フロー・チャートの障害物の特徴量を示す説明図である。

【図10】図8の車線の特徴量について設定したメンバーシップ関数（ファジィラベル）を示す説明図である。

【図11】図9の障害物の特徴量について設定したメンバーシップ関数（ファジィラベル）を示す説明図である。

【図12】図8フロー・チャートのファジィエキスパートシステムによる車線ごとの走行可能度合い推論および推論値により行われる目標車線決定を全体的に示す説明図である。

【図13】図12のファジィエキスパートシステムで使用する車線走行可能度合いルール群を示す説明図である。

【図14】図12のファジィエキスパートシステムで使用する障害物危険判定ルール群を示す説明図である。

【図15】図12のファジィエキスパートシステムで使用する別の障害物危険判定ルール群を示す説明図である。

【図16】図12のファジィエキスパートシステムで使用する二次推論用のトータルの走行可能度合いルール群を示す説明図である。

【図17】この発明で用いる多重推論なる手法を示す説明図である。

【図18】この発明で用いる多重推論なる手法をより具体的に示す説明図である。

【図19】従来技術によるファジィ推論を示す説明図である。

【図20】従来技術によるファジィ推論に比較してこの発明で用いる多重推論によるルール数の減少度を示す説明図である。

【図21】図4フロー・チャートで推論される走行可能度合いを示すタイミング・チャートである。

【図22】図4フロー・チャートの目標車線決定作業を説明するサブルーチン・フロー・チャートである。

【図23】図4フロー・チャートの目標車線決定作業を説明するタイミング・チャートである。

【図24】図4フロー・チャートの目標車線に対する目標経路の計画作業を示す説明図である。

【図25】図4フロー・チャートの軌跡推定結果を説明

する説明図である。

【図 26】図 4 フロー・チャートの目標経路の遅れ時間補正作業を示す説明図である。

【図 27】図 4 フロー・チャートの目標走行速度（加速度）制御のブロック図である。

【図 28】図 27 中の加速度制御器の詳細を示すブロック図である。

【図 29】図 27 の制御の目標加速度のファジィ推論で使用するパラメータである。

【図 30】この発明による自動走行動作で前走車追従走行のテストデータ図である。

【図 31】図 30 のテストで走行可能度合いを従来手法で推論した場合とこの発明による多重推論で推論した場合とを対比して示す説明図である。

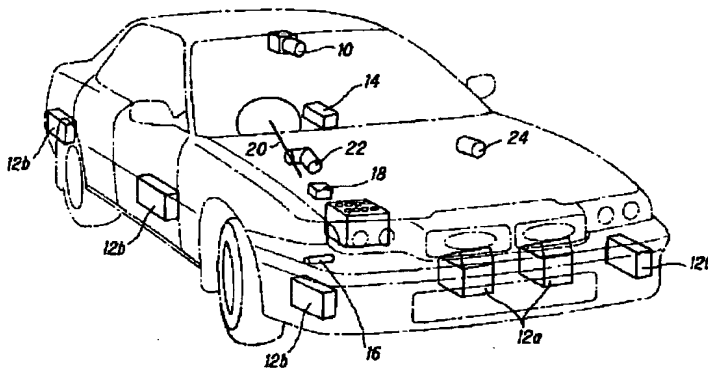
【図 32】図 30 と同様の実車走行テストデータ図である。

【図 33】図 32 と同様に推論結果を対比的に示す説明図である。

【符号の説明】

- 10 CCDカメラ
- 12 レーダユニット
- 14 ヨーレートセンサ
- 16 車速センサ
- 18 舵角センサ
- 30 画像処理CPU
- 36 画像評価CPU
- 42 レーダ評価CPU
- 44 軌跡推定CPU
- 46 軌跡追従制御CPU
- 50 行動計画意思決定CPU
- 52 舵角制御CPU
- 60 車速制御（加速度制御）CPU

【図 1】



【図 15】

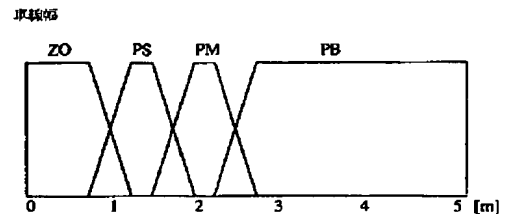
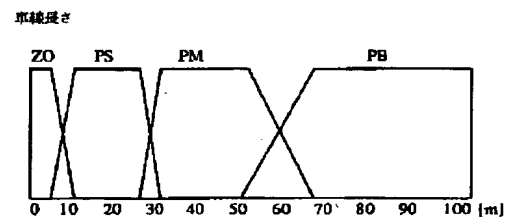
障害物危険判定 Rule 2

目標車速と 障害物速度の値		障害物走行可能度合い Rule 1 走行可能度合い		Weight	
Min	(N)	(ω1 ZO)	Then	(ω ZO1)	
Min	(N)	(ω1 PS)	Then	(ω ZO2)	
Min	(N)	(ω1 PM)	Then	(ω PS1)	
Min	(N)	(ω1 PB)	Then	(ω PM1)	
Min	(Z)	(ω1 ZO)	Then	(ω ZO3)	
Min	(Z)	(ω1 PS)	Then	(ω PS2)	
Min	(Z)	(ω1 PM)	Then	(ω PM2)	
Min	(Z)	(ω1 PB)	Then	(ω PB2)	
Min	(P)	(ω1 ZO)	Then	(ω PS3)	
Min	(P)	(ω1 PS)	Then	(ω PM3)	
Min	(P)	(ω1 PM)	Then	(ω PB4)	
Min	(P)	(ω1 PB)	Then	(ω PB5)	
Max	(ω ZO1 ... ω ZO2)	Then	Objc(ω ZO)		
Max	(ω PS1 ... ω PS3)	Then	Objc(ω PS)		
Max	(ω PM1 ... ω PM4)	Then	Objc(ω PM)		
Max	(ω PB1 ... ω PB10)	Then	Objc(ω PB)		

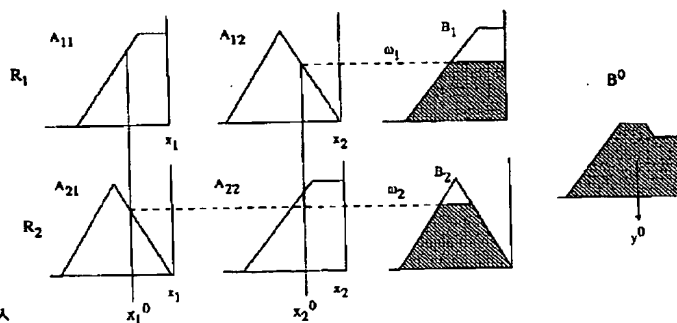
二次推論値
↓
TOTALの走行可能度合いへ代入

【図 10】

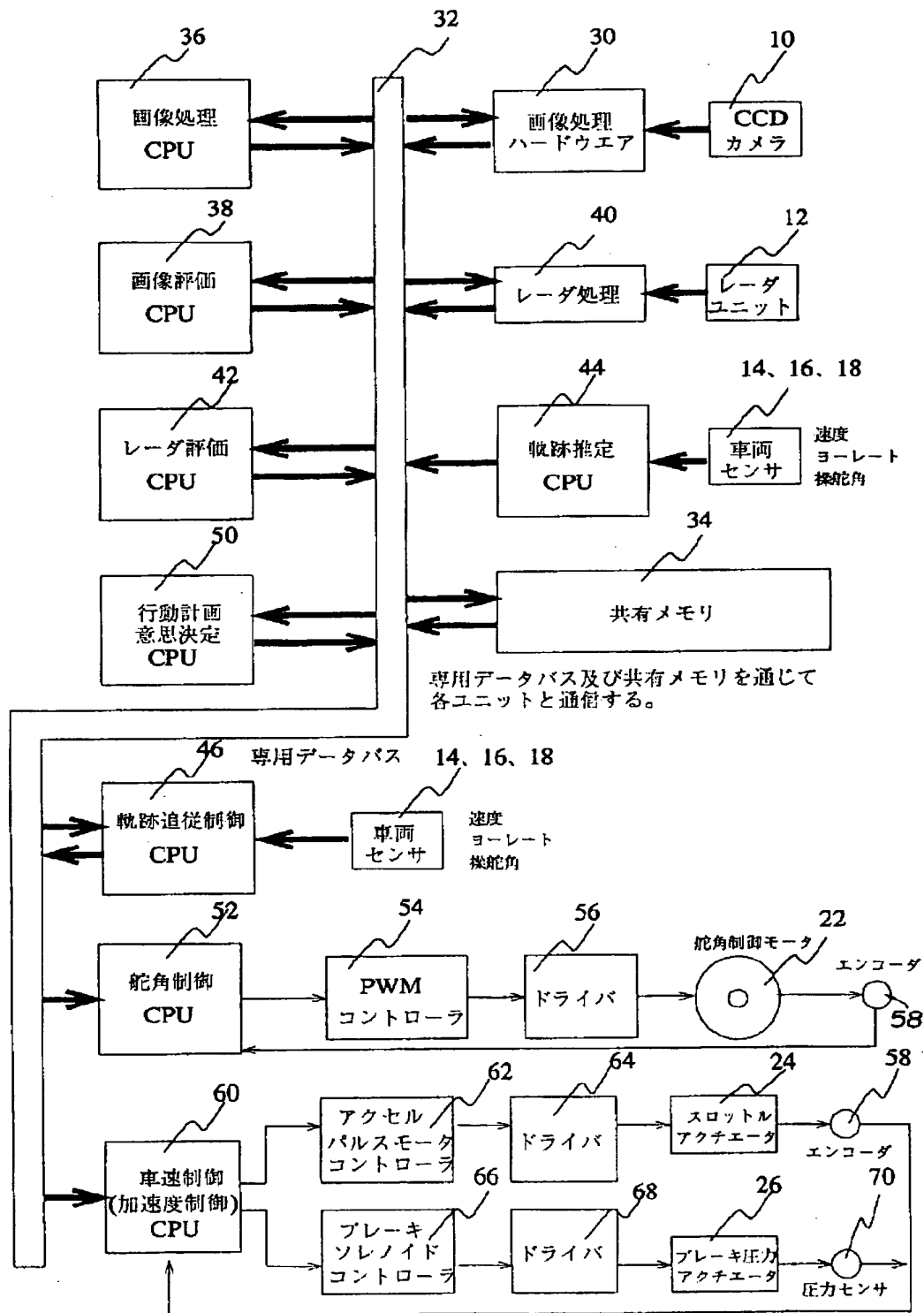
車線走行可能度合判定用メンバーシップ関数



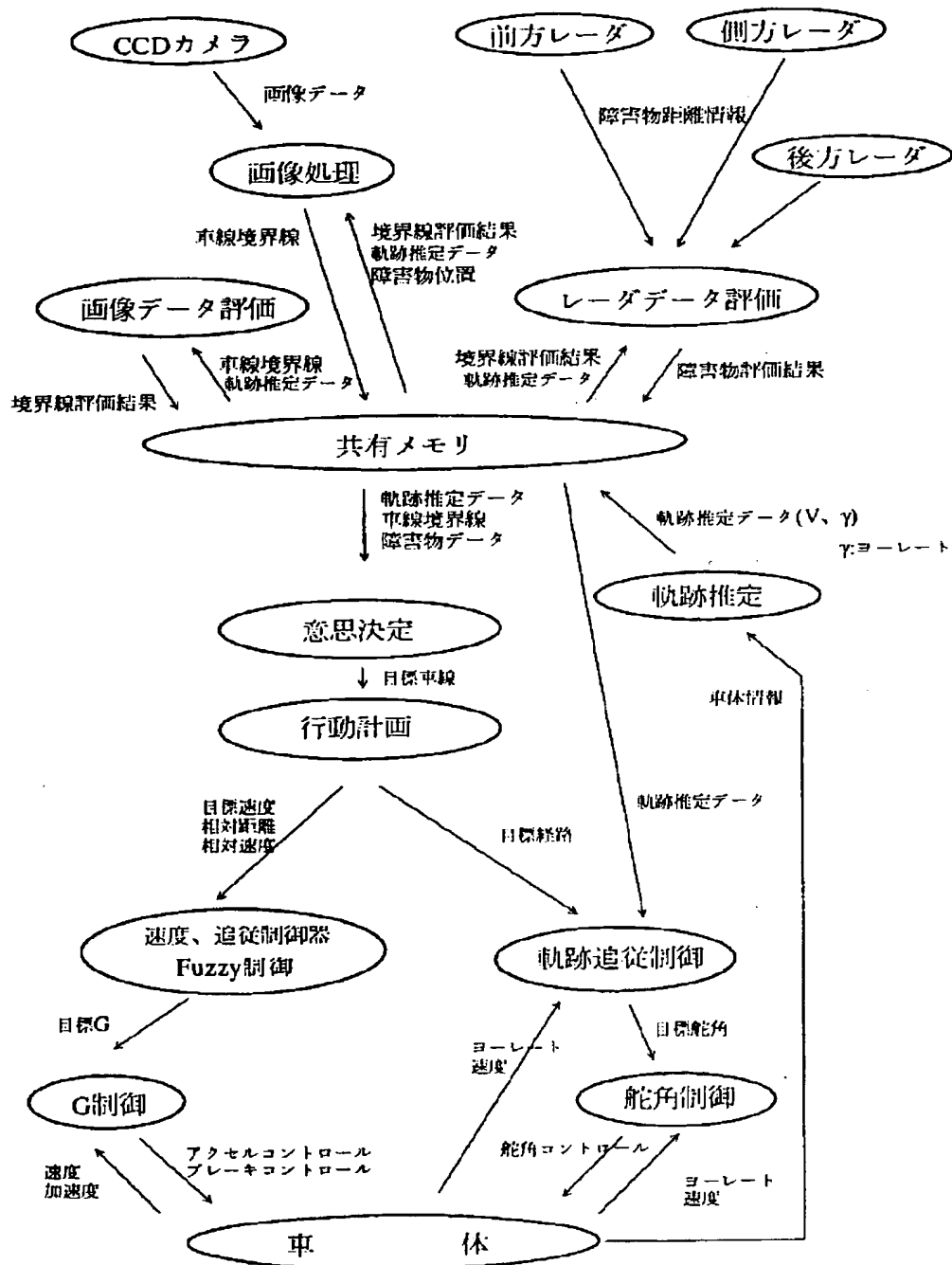
【図 19】



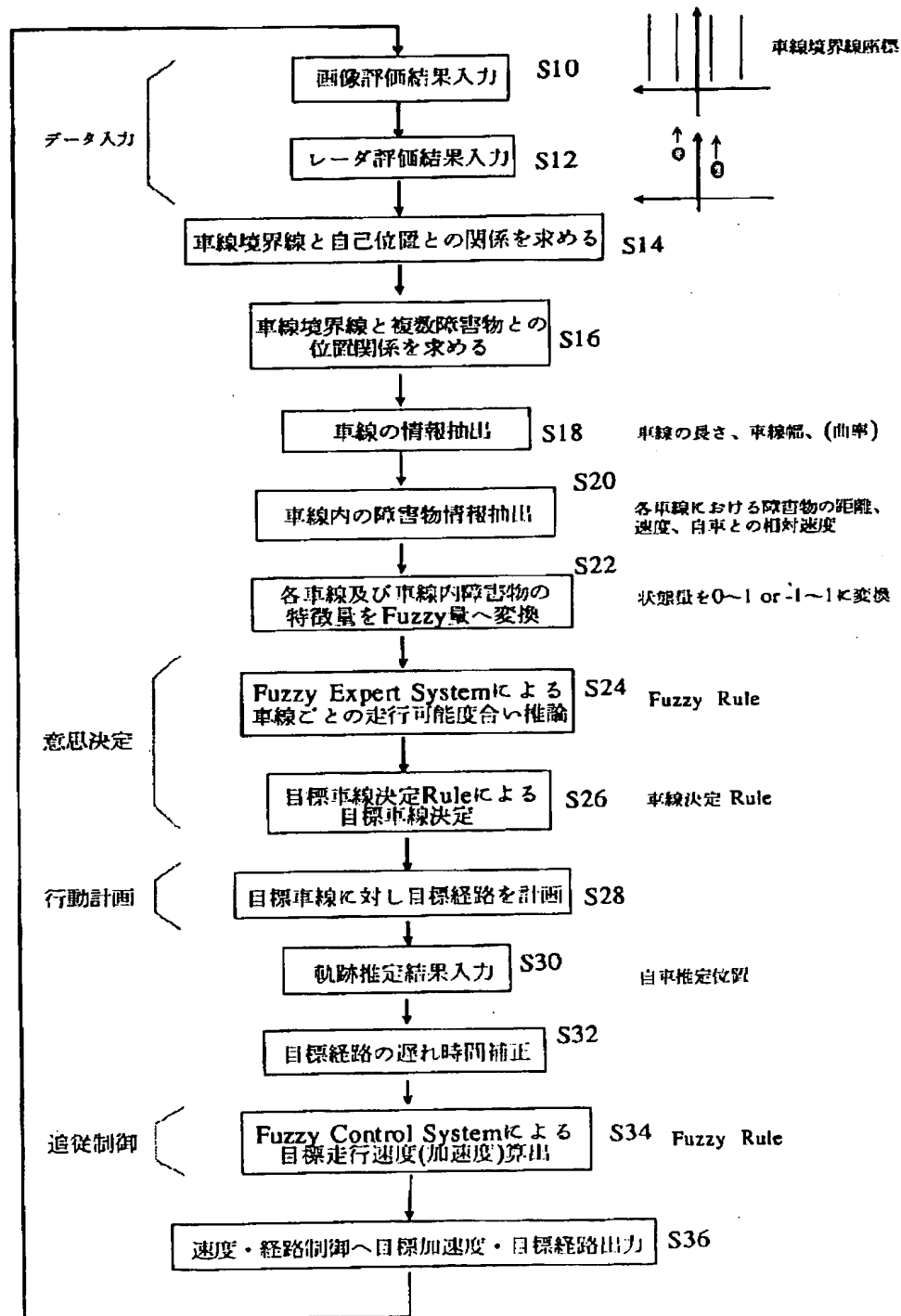
【図2】



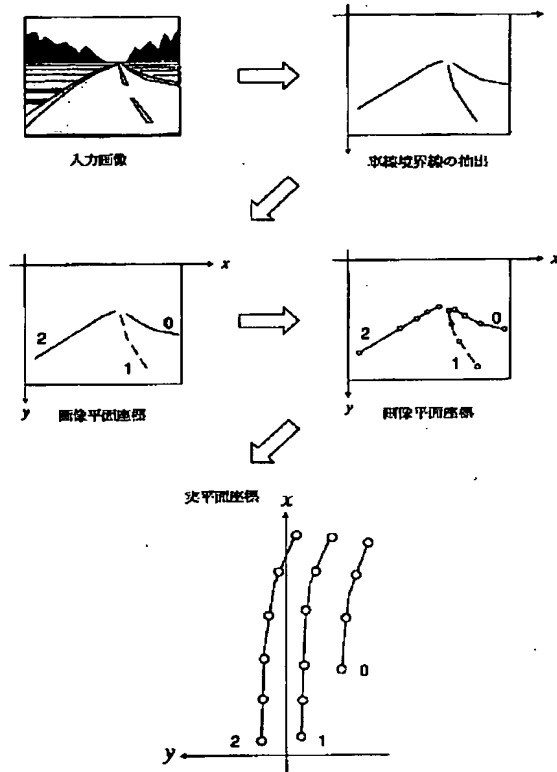
【図3】



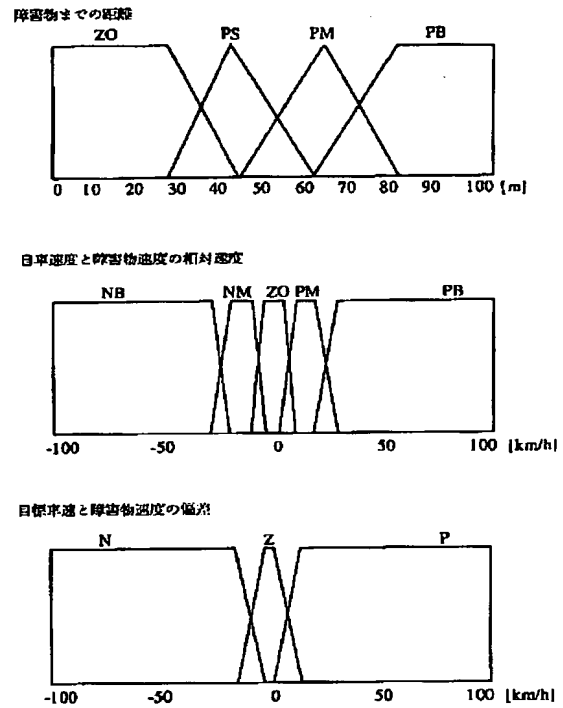
【図 4】



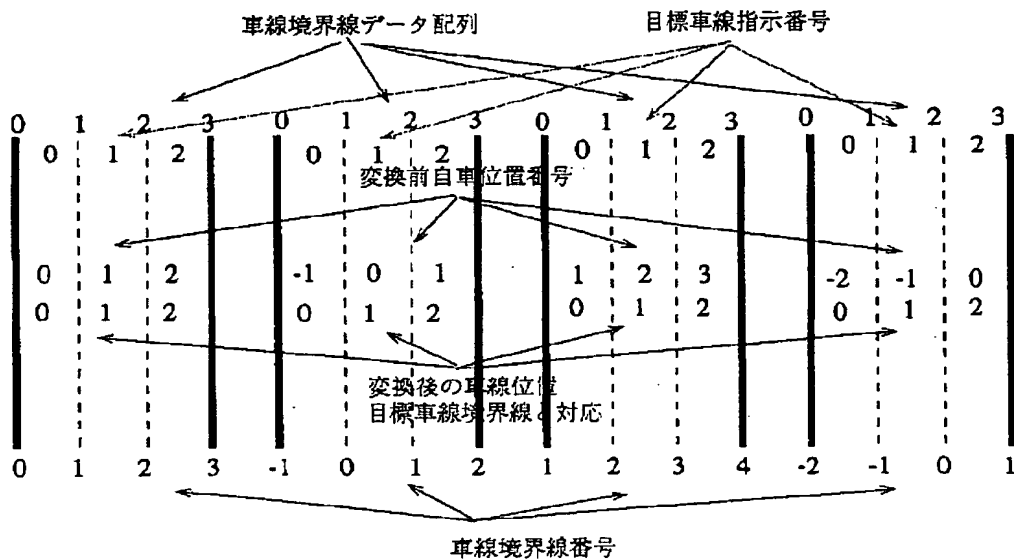
【図 5】



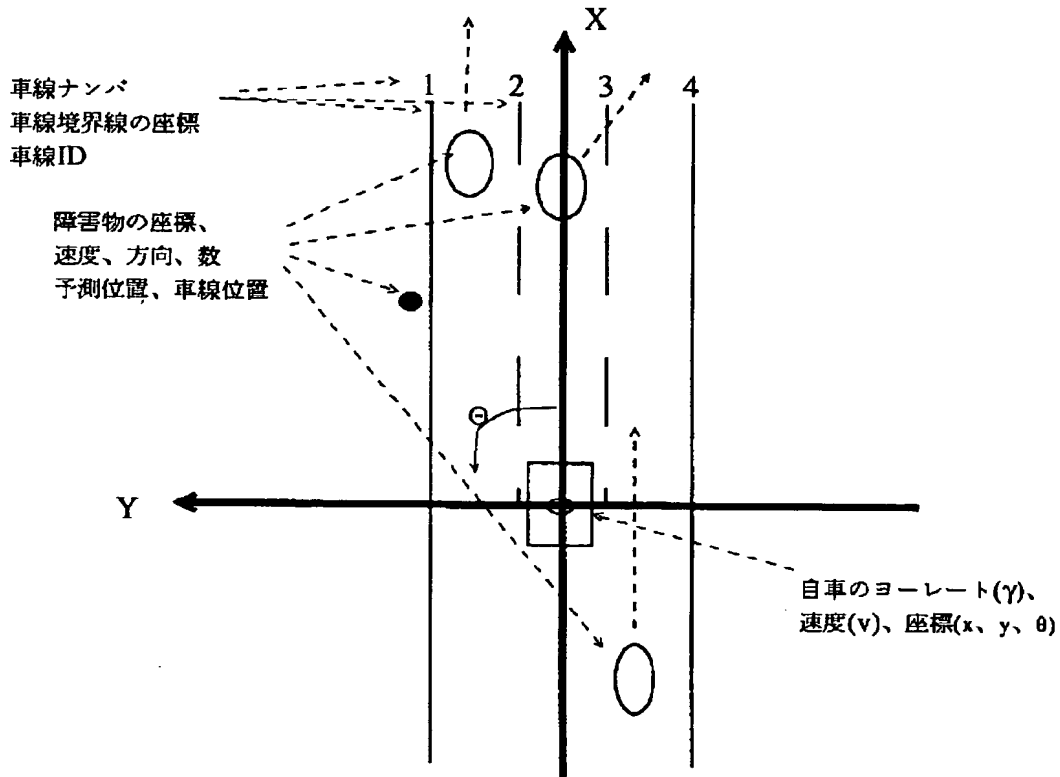
【図 11】



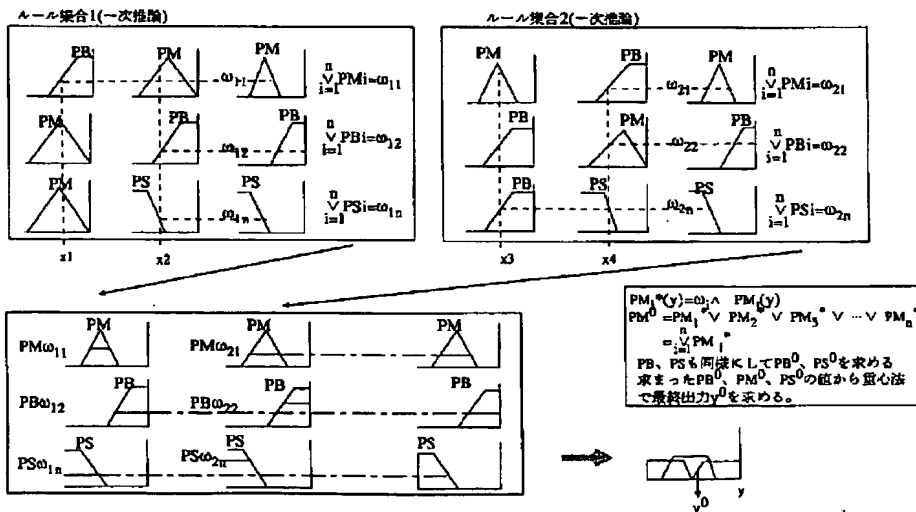
【図 7】



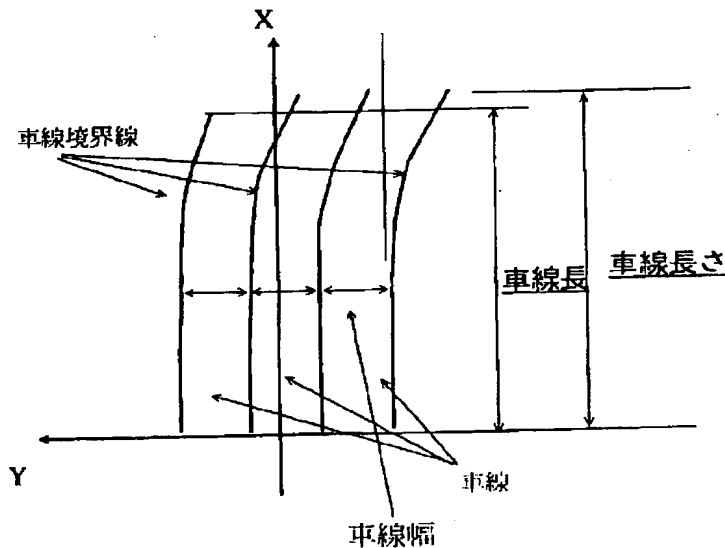
【図6】



【図18】



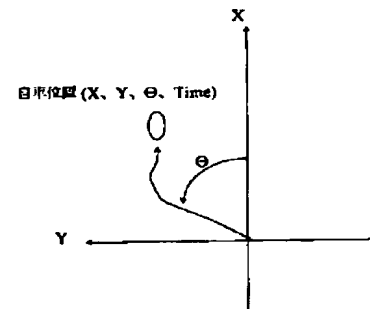
【図 8】



抽出特徴量

各車線長さ (1~n車線) [m]
各車線幅 (1~n車線) [m]

【図 25】

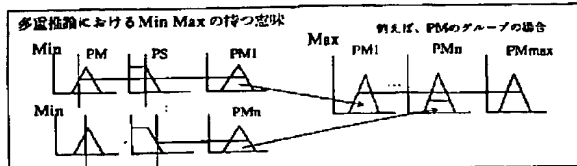


【図 13】

車線走行可能度合い Fuzzy-Rule

車線長さ	車線幅	Weight
Min (ZO)	ZO)	Then (Q Z01)
Min (ZO)	PS)	Then (Q Z02)
Min (ZO)	PM)	Then (Q Z03)
Min (ZO)	PB)	Then (Q Z04)
Min (PS)	ZO)	Then (Q Z05)
Min (PS)	PS)	Then (Q PS1)
Min (PS)	PM)	Then (Q PS2)
Min (PS)	PB)	Then (Q PS3)
Min (PM)	ZO)	Then (Q Z06)
Min (PM)	PS)	Then (Q PS4)
Min (PM)	PM)	Then (Q PM1)
Min (PM)	PB)	Then (Q PM2)
Min (PB)	ZO)	Then (Q Z07)
Min (PB)	PS)	Then (Q PS5)
Min (PB)	PM)	Then (Q PM3)
Min (PB)	PB)	Then (Q PB1)
Max (Q Z01 ... Q Z07)	Then (Line (Q Z0)	一次推論値
Max (Q PS1 ... Q PS5)	Then (Line (Q PS)	
Max (Q PM1 ... Q PM3)	Then (Line (Q PM)	
Max (Q PB1)	Then (Line (Q PB)	

TOTALの走行可能度合へ代入



【図 14】

障害物走行可能度合い Fuzzy-Rule

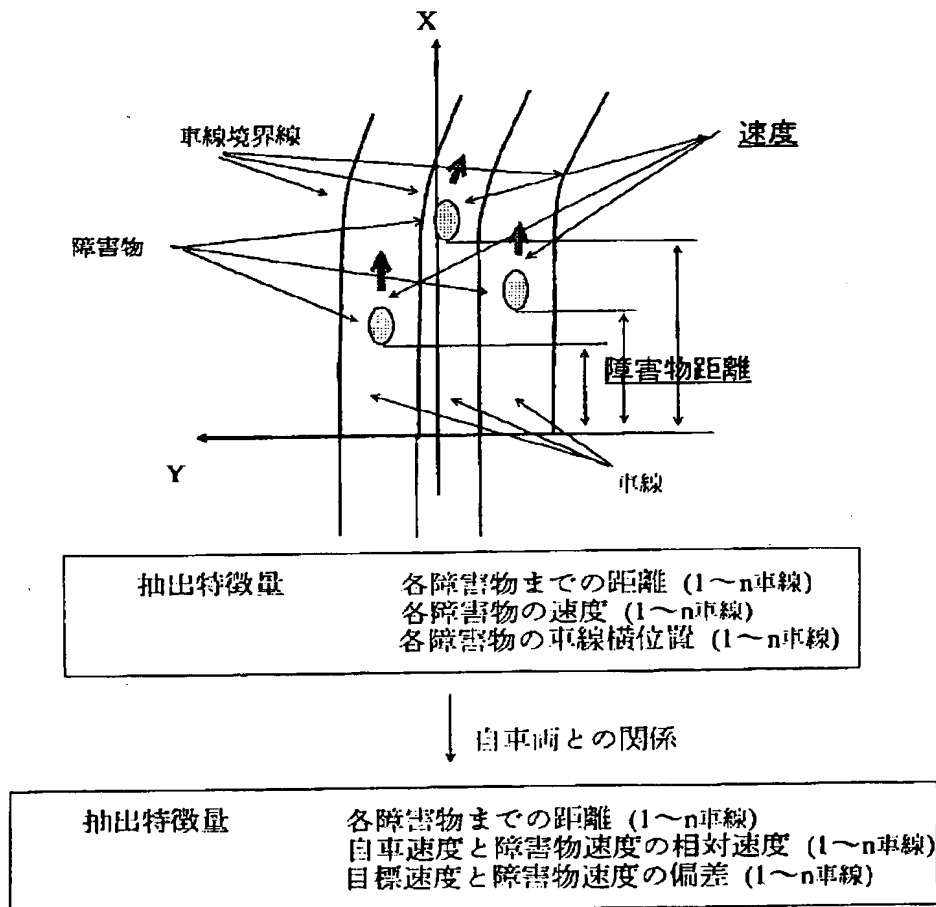
障害物危険判定 Rule 1

障害物の距離	相対速度	Weight
Min (ZO)	NMB)	Then (Q Z01)
Min (ZO)	NMS)	Then (Q Z02)
Min (ZO)	ZOO)	Then (Q PS1)
Min (ZO)	PMS)	Then (Q PM1)
Min (ZO)	PMB)	Then (Q PB1)
Min (PS)	NMB)	Then (Q Z03)
Min (PS)	NMS)	Then (Q PS2)
Min (PS)	ZOO)	Then (Q PM2)
Min (PS)	PMS)	Then (Q PB2)
Min (PS)	PMB)	Then (Q PB3)
Min (PM)	NMB)	Then (Q PS3)
Min (PM)	NMS)	Then (Q PM3)
Min (PM)	ZOO)	Then (Q PB4)
Min (PM)	PMS)	Then (Q PB5)
Min (PM)	PMB)	Then (Q PB6)
Min (PB)	NMB)	Then (Q PM4)
Min (PB)	NMS)	Then (Q PB7)
Min (PB)	ZOO)	Then (Q PB8)
Min (PB)	PMS)	Then (Q PB9)
Min (PB)	PMB)	Then (Q PB10)

Max (Q Z01 ... Q Z02)	Then (Q Z0)	一次推論値
Max (Q PS1 ... Q PS3)	Then (Q PS)	
Max (Q PM1 ... Q PM4)	Then (Q PM)	
Max (Q PB1 ... Q PB10)	Then (Q PB)	

障害物走行可能度合 Rule 2 へ代入

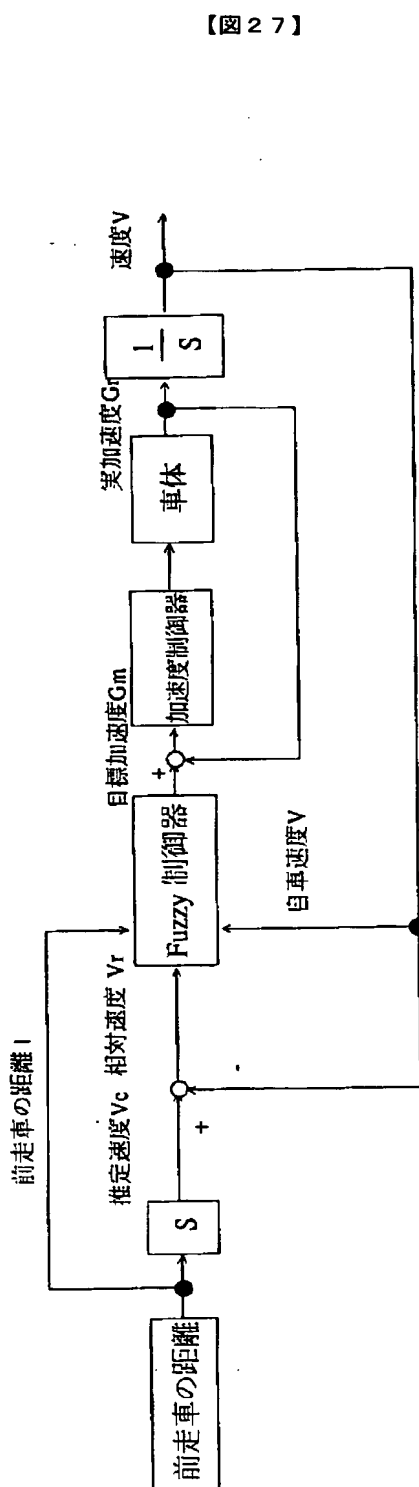
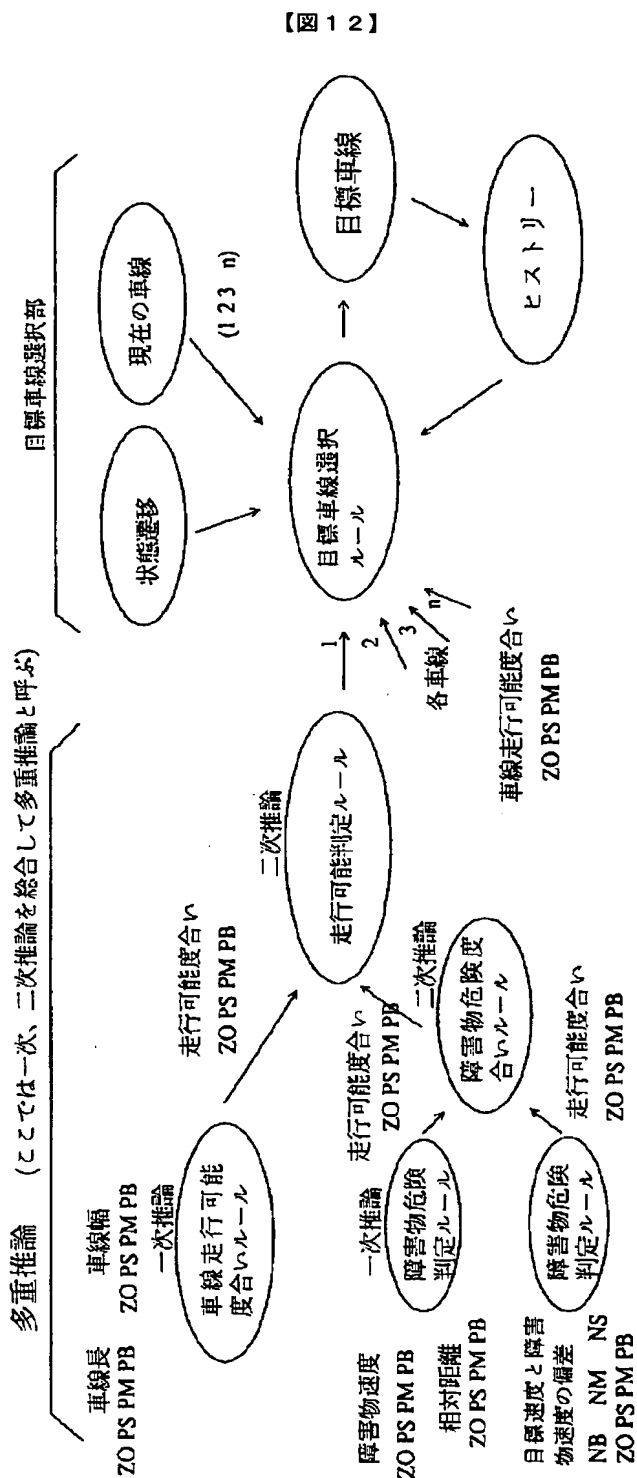
【図 9】



【図 20】

通常の処理	7×7×7×7	
入力 1	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 2	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 3	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 4	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
		ルール数 2401

多量推論	7×7×7×7×4	(49)
入力 1	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 2	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 3	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
入力 4	PB, PM, PS, ZO, NS, NM, NB	
	×	
		ルール数 114



Fuzzy制御の出力は車体加速度制御器に対して目標加速度を指示する。

【図 16】

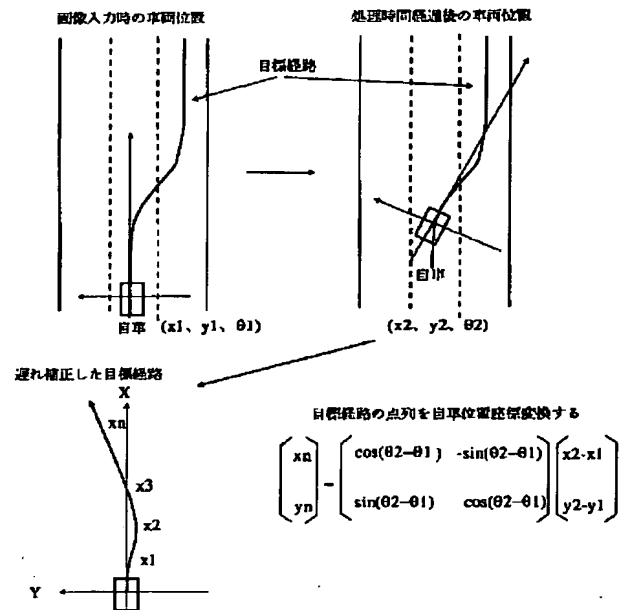
TOTALの走行可能度合い (車線 および 障害物の状況)

車線走行可能度合い			障害物走行可能度合い			Weight		
Min	(	Line(0) ZO	Obj(0) ZO	)	Then	(0) ZO1		
Min	(	Line(0) ZO	Obj(0) PS	)	Then	(0) ZO2		
Min	(	Line(0) ZO	Obj(0) PM	)	Then	(0) ZO3		
Min	(	Line(0) ZO	Obj(0) PB	)	Then	(0) ZO4		
Min	(	Line(0) PS	Obj(0) ZO	)	Then	(0) ZO5		
Min	(	Line(0) PS	Obj(0) PS	)	Then	(0) PS1		
Min	(	Line(0) PS	Obj(0) PM	)	Then	(0) PS2		
Min	(	Line(0) PS	Obj(0) PB	)	Then	(0) PS3		
Min	(	Line(0) PM	Obj(0) ZO	)	Then	(0) ZO6		
Min	(	Line(0) PM	Obj(0) PS	)	Then	(0) PS4		
Min	(	Line(0) PM	Obj(0) PM	)	Then	(0) PM1		
Min	(	Line(0) PM	Obj(0) PB	)	Then	(0) PB1		
Min	(	Line(0) PB	Obj(0) ZO	)	Then	(0) ZO7		
Min	(	Line(0) PB	Obj(0) PS	)	Then	(0) PS5		
Min	(	Line(0) PB	Obj(0) PM	)	Then	(0) PM2		
Min	(	Line(0) PB	Obj(0) PB	)	Then	(0) PB1		
						多重推論重み		
Max	(	(0) ZO1 ... (0) ZO7				Then	Total(0) ZO	
Max	(	(0) PS1 ... (0) PS5				Then	Total(0) PS	
Max	(	(0) PM1 ... (0) PM2				Then	Total(0) PM	
Max	(	(0) PB1				Then	Total(0) PB	

TOTALの走行可能度合いの算出

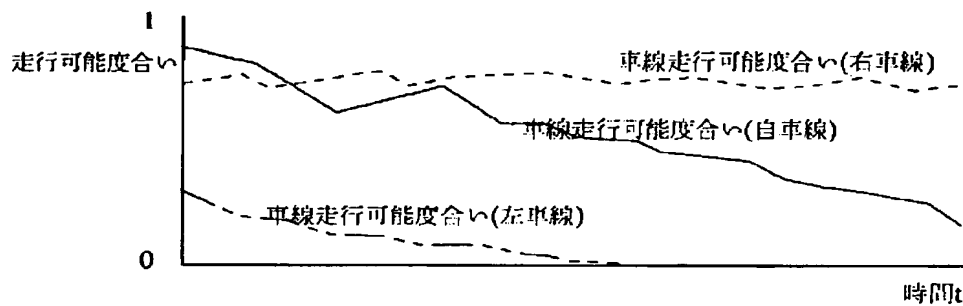
$$\text{TOTAL WEIGHT} = \{ (\text{Total}(0) \text{ ZO})^2 \cdot 0.01 + (\text{Total}(0) \text{ PS})^2 \cdot 0.33 + (\text{Total}(0) \text{ PM})^2 \cdot 0.66 + (\text{Total}(0) \text{ PB})^2 \cdot 0.99 \} / \{ (\text{Total}(0) \text{ ZO} + \text{Total}(0) \text{ PS} + \text{Total}(0) \text{ PM} + \text{Total}(0) \text{ PB}) \}$$

【図 26】

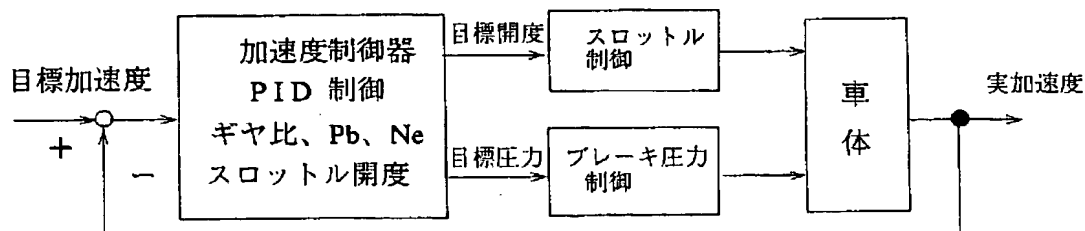


【図 21】

走行可能度合い出力例

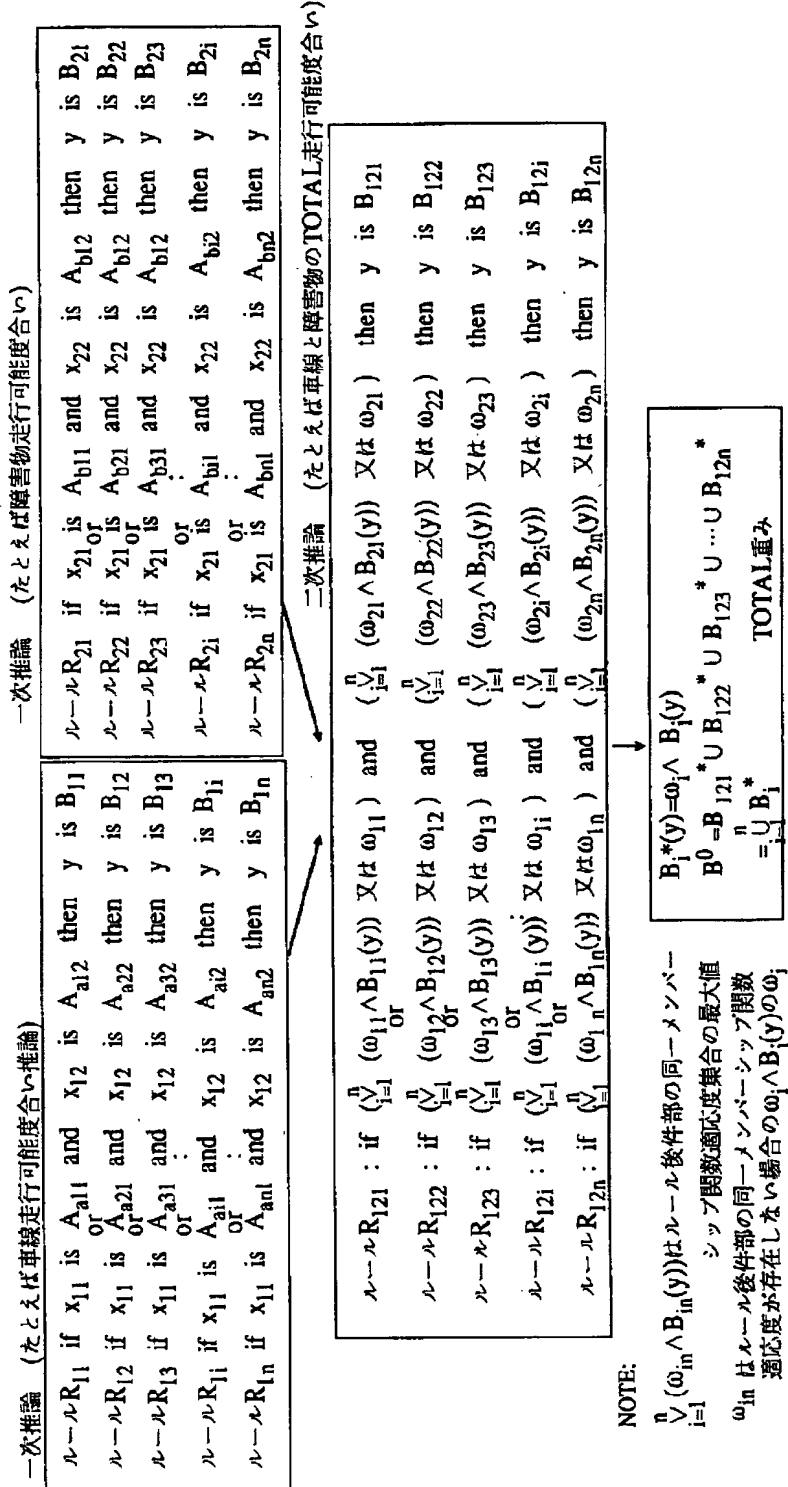


【図 28】



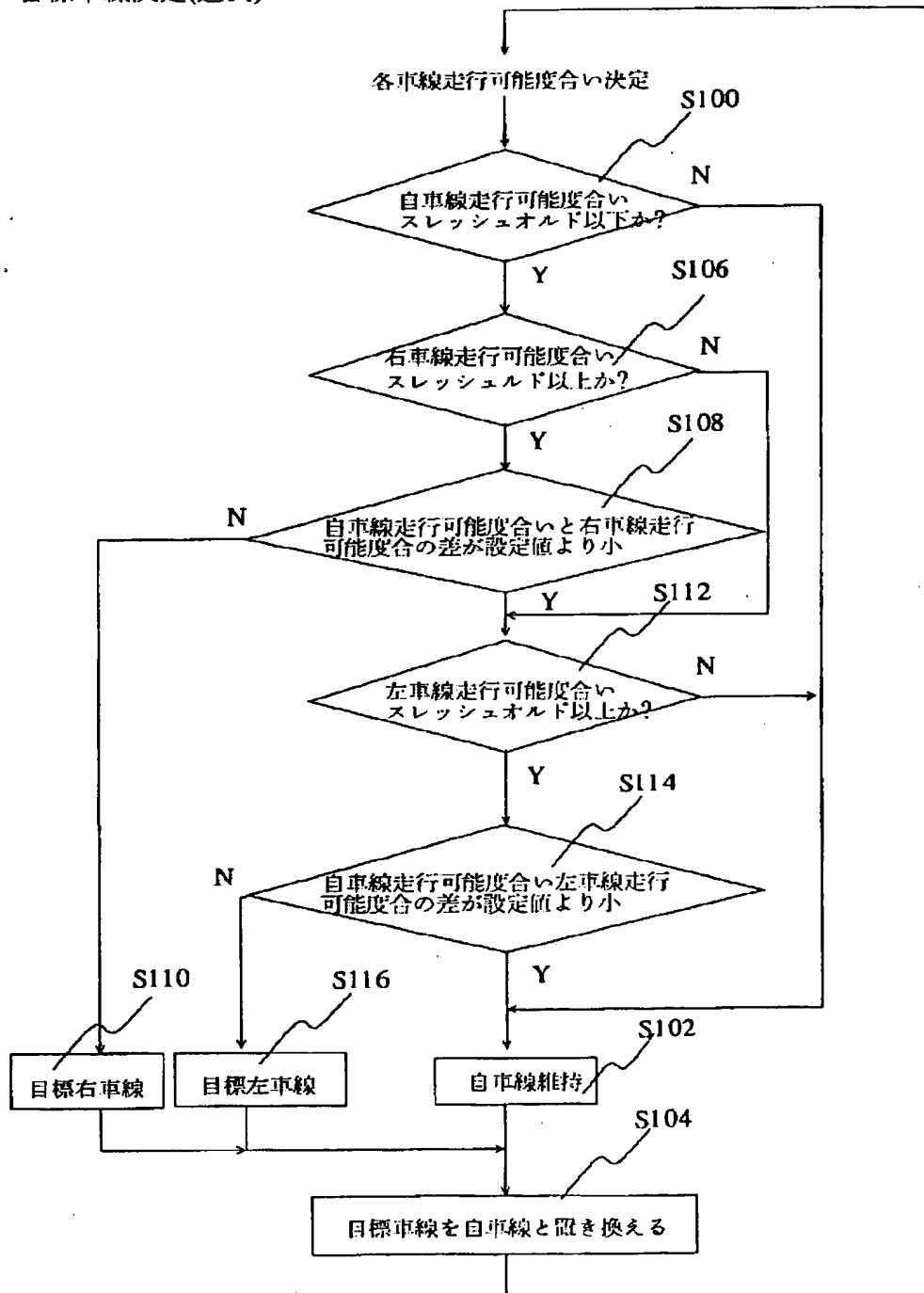
【図17】

一次推論では最終のウエイトまで求めず、各ルールで求めた $\bigvee_{i=1}^n (\omega_i \wedge B_{in}(y))$ 又は ω_{in} をもう一度前件部に入れ
ルールを構成し、その出力から最終ウエイトを求める。

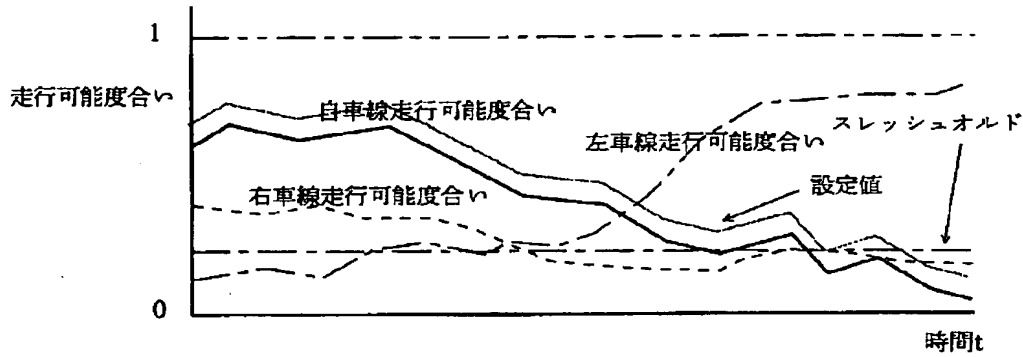


【図 22】

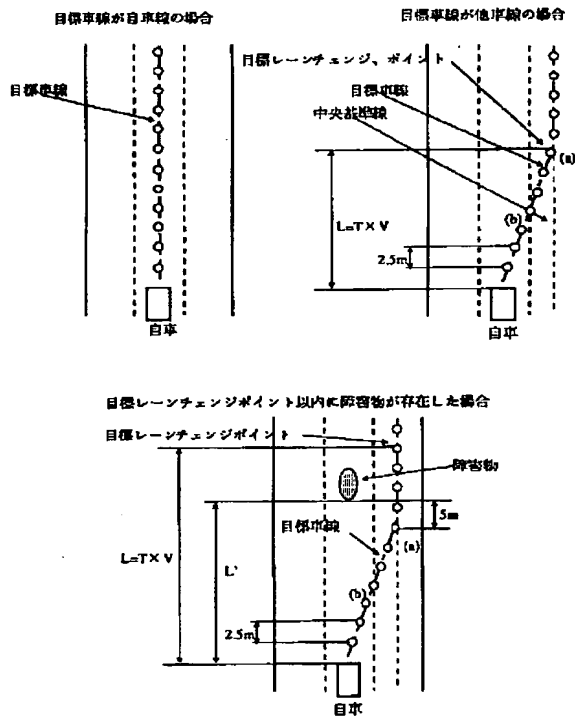
目標車線決定(選択)ルールフロー



【図 23】



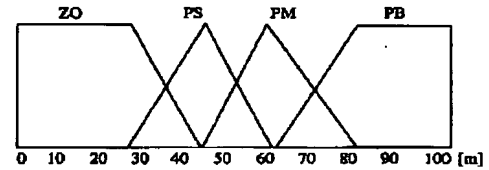
【図 24】



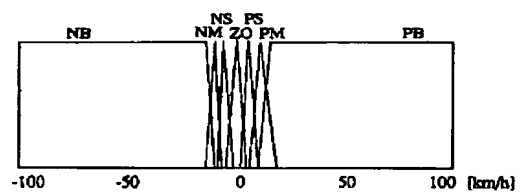
【図 29】

備忘車追従制御ファジメンバーシップ関数

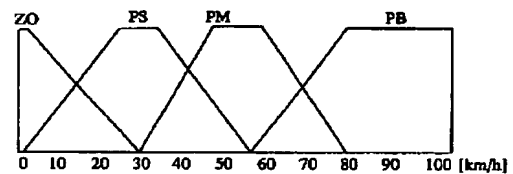
障害物までの距離



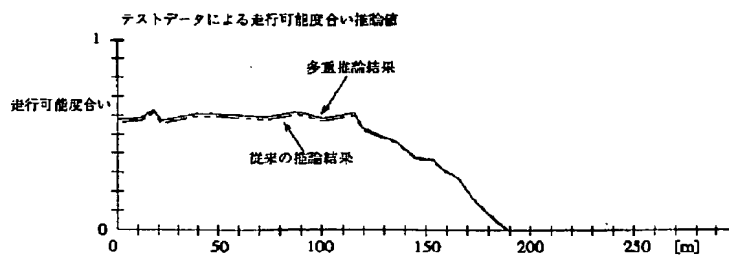
自車速度と障害物速度の相対速度



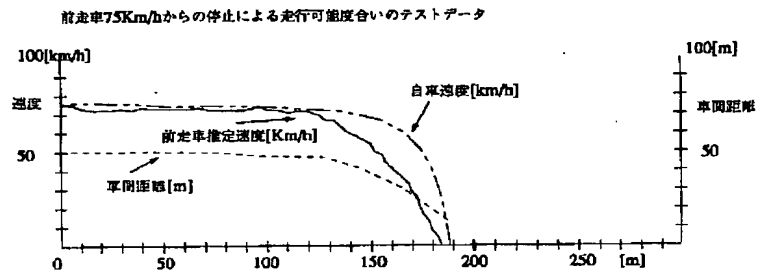
自車車速



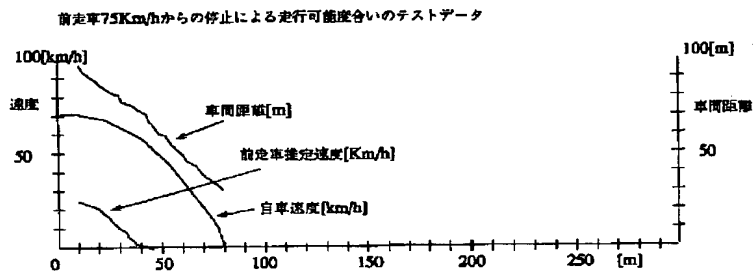
【図 31】



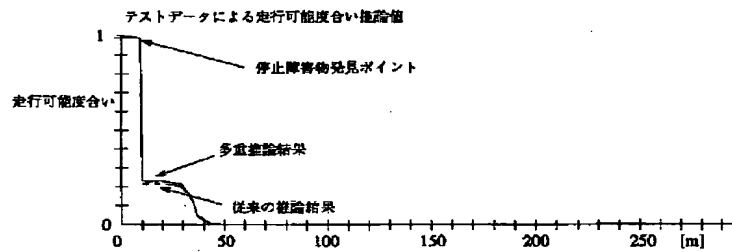
【図 30】



【図 32】



【図 33】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6
 G 0 8 G 1/16
 // G 0 5 B 13/02
 B 6 2 D 101:00
 113:00
 137:00

識別記号 庁内整理番号
 C 7531-3H
 N 9131-3H

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.